



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 59 272 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
G 05 D 11/035
G 01 F 13/00

⑳ Aktenzeichen: 101 59 272.8
㉔ Anmeldetag: 3. 12. 2001
㉕ Offenlegungstag: 12. 6. 2003

DE 101 59 272 A 1

㉑ Anmelder:
Bayer AG, 51373 Leverkusen, DE

㉒ Erfinder:
Wagner, Joachim, Dr. (Dipl.-Ing.), 51061 Köln, DE;
Jähn, Peter, (Dipl.-Verfahrensing.), 51375
Leverkusen, DE; Kusan, Jacqueline, Dr., 41468
Neuss, DE; Ulbrich, Dagmar, Dr. (Dipl.-Chem.),
51065 Köln, DE; Albach, Rolf, Dr. (Dipl.-Chem.),
51061 Köln, DE; Kirschbaum, Hermann-Josef,
(Dipl.-Math.), 50169 Kerpen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Dosierung von Flüssigkeiten

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur schnellen und präzisen Dosierung von Flüssigkeiten, bei dem mindestens eine Komponente in drei Teilschritten dosiert wird, wobei die Steuerung der Dosierung im zweiten und dritten Teilschritt jeweils auf Basis des im vorherigen Teilschritt berechneten Massendurchflusses erfolgt.

DE 101 59 272 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur schnellen und präzisen Dosierung von Flüssigkeiten sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

5 [0002] In der industriellen Praxis existieren viele Anwendungen, bei denen bei der Herstellung eines Produkts mehrere Flüssigkeiten mit unterschiedlicher Dichte und mit unterschiedlichen Viskositäten dosiert werden müssen, wobei die Mengen der einzelnen Komponenten über einen großen Bereich variieren. Beispiele sind die Herstellung von Parfums oder Aromen, Farbmischungen, Klebstoffen etc. Ein anderes Beispiel ist die Herstellung eines Polyurethan-Reaktionsgemischs im Labormaßstab. Hierbei müssen bei komplexen Systemen 5 bis 50 verschiedene Komponenten, deren Viskositäten im Bereich von 0,1 bis 400 000 mPas (bei 25°C) liegen können, dosiert werden, wobei die Mengen der einzelnen Komponenten über einen großen Bereich (0,001–1000 ml bzw. 0,001–1000 g) variieren können.

10 [0003] In der Praxis erfolgt die Dosierung der Einzelkomponenten in der Regel volumetrisch. Hierbei kommen im Bereich kleinerer Viskositäten für Kleinstmengen Pipettier-Automaten/Liquid Handler zum Einsatz, für größere Mengen Drehkolbenpumpen oder Verdrängerpumpen (Membran-, Kolben-, Zahnradpumpen) mit Verdrängerkolben als Chargenverdränger. Während dieses Prinzip bei niedrigviskosen Flüssigkeiten meist zufriedenstellend funktioniert, sind Flüssigkeiten hoher Viskosität, insbesondere bei Beteiligung hochviskoser, harzartiger Komponenten, mit solchen Techniken nicht mehr zu dosieren. In Übergangsbereichen, d. h. bei Flüssigkeiten mittlerer Viskosität, treten leicht Dosierfehler auf, die mehr als 5% betragen. Insbesondere muss für jede Komponente eine eigene Dosierpumpe eingesetzt werden, was einen hohen apparativen Aufwand erfordert. Je nach Menge und Viskosität der einzelnen Komponenten müssen Dosierpumpen unterschiedlicher Baugröße und Pumpleistung, und somit jeweils anderer Funktionscharakteristik, d. h. Dosiergenauigkeit eingesetzt werden.

[0004] Der Einsatz von Massendurchflussmessern ist ebenfalls mit großen Nachteilen behaftet, da durch die Vielzahl der benötigten Durchflussmesser ein erheblicher Aufwand bei der Steuerung des Dosierprozesses notwendig wird.

25 [0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, ein Verfahren und eine Vorrichtung bereitzustellen, mit denen mehrere flüssige Komponenten eines Gemischs einfach, schnell, präzise und reproduzierbar dosiert werden können, auch wenn die einzelnen Flüssigkeiten unterschiedliche Dichten und stark unterschiedliche Viskositäten aufweisen und die Mengen der einzelnen Komponenten über einen großen Bereich variieren können.

[0006] Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Dosierung von mindestens zwei Flüssigkeiten, umfassend mindestens zwei Vorratsbehälter für Flüssigkeiten, die mit einem individuellen konstanten Inertgasdruck bis 30 bar beaufschlagbar sind, mindestens 2 Schaltarmaturen, die Schaltzeiten im Bereich von kleiner 100 ms aufweisen, wobei der Eingang jeder Schaltarmatur mit dem Auslass jeweils eines Vorratsbehälters über eine Dosierleitung verbunden ist, je eine Dosierleitung zwischen dem Auslass aus der Schaltarmatur und einem Synthesebehälter, in den die Flüssigkeiten dosiert werden, wobei die Enden der jeweiligen Dosierleitungen in Richtung des Bodens des Synthesebehälters hin ausgerichtet sind, eine Waage zur Messung des Gewichts des Inhalts des Synthesebehälters sowie eine Messwerterfassungs- und Steuereinrichtung zur Erfassung der Messwerte der Waage und zur Steuerung der Schaltarmaturen.

35 [0007] Gegenstand der Erfindung ist weiterhin ein Verfahren zur Dosierung von mindestens zwei Flüssigkeiten unter Verwendung einer Vorrichtung zur Dosierung von mindestens zwei Flüssigkeiten, umfassend mindestens einen Vorratsbehälter für eine Flüssigkeit, der mit einem individuellen konstanten Inertgasdruck bis 30 bar beaufschlagbar ist, mindestens eine Schaltarmatur, die Schaltzeiten im Bereich von kleiner 100 ms aufweist, wobei der Eingang der Schaltarmatur mit dem Auslass des Vorratsbehälters über eine Dosierleitung verbunden ist, eine Dosierleitung zwischen dem Auslass aus der Schaltarmatur und einem Synthesebehälter, in den die Flüssigkeit dosiert wird, eine Waage zur Messung des Gewichts der Flüssigkeit im Synthesebehälter sowie eine Messwerterfassungs- und Steuereinrichtung zur Erfassung der Messwerte der Waage und zur Steuerung der Schaltarmaturen, wobei man mindestens eine Flüssigkeit durch ein Druckgefälle zwischen dem Vorratsbehälter und dem Synthesebehälter in den Synthesebehälter fördert und man die Flüssigkeit durch das Öffnen und Schließen der Schaltarmatur dosiert, wobei

50 a) man die Flüssigkeit in einem ersten Teilschritt bis zum Erreichen von ungefähr 5 bis 50 Gew.-% der insgesamt zu dosierenden Masse der Flüssigkeit dosiert, die dosierte Masse der Flüssigkeit mit der Waage bestimmt und aus dem Messwert für die dosierte Masse den tatsächlichen Massendurchfluss der Flüssigkeit in Bezug auf die Öffnungsdauer der Schaltarmatur berechnet, und

b) im zweiten Teilschritt die Steuereinrichtung unter Verwendung des in a) berechneten Massendurchflusses die Öffnungsdauer der Schaltarmatur für die weitere Dosierung der Flüssigkeit bis zum Erreichen der insgesamt zu dosierenden Masse der Flüssigkeit berechnet und man die Schaltarmatur über die berechnete Öffnungsdauer öffnet.

55 [0008] Gegenstand der Erfindung ist weiterhin ein Verfahren zur Dosierung von mindestens zwei Flüssigkeiten unter Verwendung einer Vorrichtung zur Dosierung von mindestens zwei Flüssigkeiten, umfassend mindestens einen Vorratsbehälter für eine Flüssigkeit, der mit einem individuellen konstanten Inertgasdruck bis 30 bar beaufschlagbar ist, mindestens eine Schaltarmatur, die Schaltzeiten im Bereich von kleiner 100 ms aufweist, wobei der Eingang der Schaltarmatur mit dem Auslass des Vorratsbehälters über eine Dosierleitung verbunden ist, eine Dosierleitung zwischen dem Auslass aus der Schaltarmatur und einem Synthesebehälter, in den die Flüssigkeit dosiert wird, eine Waage zur Messung des Gewichts der Flüssigkeit im Synthesebehälter sowie eine Messwerterfassungs- und Steuereinrichtung zur Erfassung der Messwerte der Waage und zur Steuerung der Schaltarmaturen, wobei

60 man mindestens eine Flüssigkeit durch ein Druckgefälle zwischen dem Vorratsbehälter und dem Synthesebehälter in den Synthesebehälter fördert und man die Flüssigkeit durch das Öffnen und Schließen der Schaltarmatur dosiert, wobei

65 a) man die Flüssigkeit in einem ersten Teilschritt bis zum Erreichen von ungefähr 5 bis 50 Gew.-% der insgesamt zu dosierenden Masse der Flüssigkeit dosiert, die dosierte Masse der Flüssigkeit mit der Waage bestimmt und aus dem Messwert für die dosierte Masse den tatsächlichen Massendurchfluss der Flüssigkeit in Bezug auf die Öff-

nungsdauer der Schaltarmatur berechnet, und

- b) im zweiten Teilschritt die Steuereinrichtung unter Verwendung des in a) berechneten Massendurchflusses die Öffnungsdauer der Schaltarmatur für die weitere Dosierung der Flüssigkeit bis zum Erreichen von 60 bis 98 Gew.-% der insgesamt zu dosierenden Masse der Flüssigkeit berechnet und man die Schaltarmatur über die berechnete Öffnungsdauer öffnet, und man anschließend die dosierte Masse der Flüssigkeit mit der Waage bestimmt und aus dem Messwert für die dosierte Masse den tatsächlichen Massendurchfluss der Flüssigkeit in Bezug auf die Öffnungsdauer der Schaltarmatur berechnet, und
- c) im dritten Teilschritt die Steuereinrichtung unter Verwendung des in b) berechneten Massendurchflusses die Öffnungsdauer der Schaltarmatur für die weitere Dosierung der Flüssigkeit bis zum Erreichen der insgesamt zu dosierenden Masse der Flüssigkeit berechnet und man die Schaltarmatur über die berechnete Öffnungsdauer öffnet.

- [0009] Als Vorratsbehälter werden beliebige Behälter beispielsweise aus Glas, Kunststoff oder Edelstahl eingesetzt, die mit Druck beaufschlagt werden können. Die verschiedenen Vorratsbehälter können unterschiedliche Größe besitzen. Typische Größen liegen im Bereich 0,1 bis 10 l, vorzugsweise im Bereich von 0,3 l bis 1 l. Die individuelle Beaufschlagung mit Druck erfolgt vorzugsweise mit Inertgas, beispielsweise Stickstoff oder Argon. Inertgas bedeutet in diesem Zusammenhang ein Gas, das sich nicht in nennenswertem Umfang in den zu dosierenden Komponenten löst oder mit ihnen reagiert. Dabei ist für die Höhe des gewählten Drucks insbesondere die Viskosität der zu dosierenden Flüssigkeit maßgeblich.
- [0010] Die Dosierung der Komponenten erfolgt durch die Vorgabe eines Dosierdruckes im Bereich von 0,1 bis 30 bar, vorzugsweise im Bereich von 0,5 bis 10 bar Überdruck in den Vorratsbehältern. Die Flüssigkeiten fließen dann unter Druckabbau durch die Dosierleitungen, Absperrarmaturen und die gegebenenfalls weiteren Komponenten der Dosiervorrichtung in den Synthesebehälter.
- [0011] Als Dosierleitungen werden üblicherweise Leitungen beispielsweise aus Edelstahl verwendet; es können auch Dosierleitungen aus Kunststoff oder Glas verwendet werden. Eine bevorzugte Bauweise nutzt transparente oder transluzente Kunststoffschläuche. Typische Durchmesser liegen im Bereich von 1 mm bis 10 mm. Bevorzugt werden die Durchmesser der Dosierleitungen den Viskositäten der zu dosierenden Komponenten so angepasst, dass bei hoher Viskosität ein großer Durchmesser zum Einsatz kommt.
- [0012] Als Schaltarmaturen werden üblicherweise Absperrarmaturen wie Schieber, Ventile, Hähne oder andere geeignete Schaltarmaturen eingesetzt. Funktion der Schaltarmatur ist das Absperrn oder Öffnen der Dosierleitungen, so dass je nach Stellung der Schaltarmatur Flüssigkeit von dem entsprechenden Vorratsbehälter in den Synthesebehälter, in den die Flüssigkeiten dosiert werden, fließt oder am Fließen gehindert wird.
- [0013] Die steuerbaren Schaltarmaturen sind sehr schnell schaltend und vorzugsweise möglichst nahe an den Enden (Auslauföffnungen) der entsprechenden Dosierleitung angeordnet. Die Schaltzeiten liegen im Bereich von kleiner 100 ms, bevorzugt 1 bis 100 ms, besonders bevorzugt 5 bis 100 ms, ganz besonders bevorzugt 7 bis 50 ms, insbesondere ganz besonders bevorzugt 10 bis 30 ms. Dabei wird unter der Schaltzeit die Zeit verstanden, die für den mechanischen Vorgang des Schaltens benötigt wird. Der Abstand der Schaltarmaturen vom Ende (Auslauföffnung) der entsprechenden Dosierleitungen beträgt vorzugsweise weniger als 20 cm, besonders bevorzugt weniger als 10 cm, besonders bevorzugt 0,1 bis 5 cm.
- [0014] Die Betätigung der Schaltarmaturen kann beispielsweise pneumatisch oder hydraulisch oder auf andere Weise erfolgen. In diesen Fällen werden elektrisch-pneumatische bzw. elektrisch-hydraulische Wandler eingesetzt, die das elektrische Schaltsignal des Steuerrechners in geeigneter Weise umsetzen.
- [0015] Der Synthesebehälter dient zur Herstellung von Mischungen aus den dosierten Komponenten und zur Durchführung von chemischen Reaktionen. Als Synthesebehälter, in den die Flüssigkeiten dosiert werden, können beliebige Behälter beispielsweise aus Glas, Kunststoff oder Edelstahl verwendet werden. In einer besonderen Ausführung weist der Synthesebehälter einen Deckel auf.
- [0016] Die Dosierleitungen aus den Schaltarmaturen führen in den Synthesebehälter bzw. zu dem Deckel des Synthesebehälters. Dabei können die Dosierleitungen durch den Deckel hindurchführen und hinter dem Deckel enden oder an der äußeren Oberfläche eines mit entsprechenden Bohrungen versehenen Behälterdeckels enden. Eine bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens besteht im Dosieren in den offenen Behälter und dem Verschließen des Behälters nach Beendigung der Synthese.
- [0017] Die Höhe des Synthesebehälters ist bei der Herstellung schaumförmiger Kunststoffe so zu dimensionieren, dass auch nach dem Aufschäumen der Kunststoffe dieser die Behälterwand nicht wesentlich übersteigen kann.
- [0018] Es ist ebenfalls vorteilhaft, wenn die Enden (Auslauföffnungen) der Dosierleitungen dicht über der Eintrittsöffnung des Synthesebehälters enden. Dies führt dazu, dass ein Verspritzen der Innenwand des Synthesebehälters im Laufe der Dosierung verhindert wird und die zu dosierende Komponente vollständig auf den Boden des Synthesebehälters dosiert wird. Es wird vermieden, dass die zu dosierende Komponente den Rand des Synthesegefäßes berührt und gegebenenfalls am Rand hängen bleibt oder an der Außenseite der Wand des Synthesebehälters herunterläuft. Dies ist insbesondere wichtig bei der Dosierung hochviskoser Komponenten im Viskositätsbereich von beispielsweise oberhalb 10 Pas. Typische Werte für den Abstand der Enden der Dosierleitungen von der Öffnung (Oberkante) des Synthesebehälters in vertikaler Richtung sind ca. 2 mm bis 20 mm und von der Innenwand des Synthesebehälters in horizontaler Richtung 5 mm bis maximal dem Innenradius des Synthesebehälters.
- [0019] Der Abstand vom Ende der Dosierleitung bzw. einer Bohrung des Deckels bis zum Boden des Synthesebehälters bzw. der Flüssigkeitsoberfläche im Synthesebehälter wird maßgeblich von der Höhe des Synthesebehälters bestimmt. Die Wahl des geeigneten Synthesebehälters wird maßgeblich durch die zu dosierenden Komponenten bzw. Reaktiv-Komponenten bestimmt. Vorzugsweise kommen Becher mit einer Höhe von 50 bis 300 mm, besonders bevorzugt 100 bis 200 mm zum Einsatz. Je nach zu dosierender Menge und der durchgeführten chemischen Reaktion kann diese Höhe variieren.
- [0020] In einer Ausführungsform ist der Deckel des Synthesebehälters als Lochplatte ausgeführt. Die Dosierleitungen

münden bei dieser Ausführungsform direkt in die Löcher bzw. Bohrungen des Deckels. In einer alternativen Ausführungsform ist der Behälterdeckel als Positionierplatte bzw. Positionierhalterung ausgeführt. Diese Platte bzw. Halterung hat die Funktion, die Dosierleitungen über der Öffnung des Synthesebehälters so zu positionieren, dass die Komponenten bei der Dosierung auf den Boden des Synthesebehälters und nicht auf dessen Wand auftreffen. In beiden Fällen sind die

5 Auslassöffnungen der Bohrungen oder Dosierleitungen vorzugsweise so angeordnet, dass sie in etwa auf die Mitte des Bodens des Synthesebehälters hin ausgerichtet sind. Wird auf den Rand oder die Innenwand des Synthesebehälters dosiert, dann besteht die Gefahr, dass beim eventuell notwendigen nachfolgenden Vermischen diese Komponenten auf dem Rand oder der Innenwand nicht miterfasst werden und nicht vorschriftsmäßig zur Reaktion gebracht werden können.

10 [0021] Die Enden der Dosierleitungen oder Bohrungen sind bevorzugt so angeordnet, dass die strömenden Flüssigkeiten in einem möglichst dünnen Strahl in den Synthesebehälter eintreten, so dass die Massenzunahme im Behälter sofort erfasst werden kann. Die Enden der Leitungen oder Bohrungen können als Düsen mit einem geringen Strömungsquerschnitt von beispielsweise 0,1 mm bis zu 10 mm ausgebildet sein und auf den Boden des Synthesebehälters gerichtet werden. In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Enden der Dosierleitungen bzw. der Bohrungen im Deckel jedoch einfach die offenen Enden der Dosierleitungen.

15 [0022] Durch die erfindungsgemäße Kopplung der Waage, die die Gewichtszunahme im Synthesebehälter erfasst, mit den Schaltarmaturen durch eine Messwerterfassung, Auswertung und Steuerung der Schaltarmaturen können kleine Substanzmengen von beispielsweise 0,001 g, aber auch größere Substanzmengen von beispielsweise 1000 g sequentiell abgefüllt bzw. dosiert werden.

20 [0023] Die zwischen jeder Schaltarmatur und dem Deckel des Synthesebehälters befindliche Dosierleitung muss in der Länge und dem Innen-Durchmesser so gestaltet sein, dass die Auslaufzeit der aus den Dosierleitungen austretenden Komponente und die Reaktionszeit der Steuerung aufeinander abgestimmt sind. Dabei soll unter der Auslaufzeit die Zeit verstanden werden, die zur Dosierung der gesamten Menge einer Komponente notwendig ist.

[0024] Vorzugsweise ist die Reaktionszeit der Steuerung (d. h. die Zeit für die Messung des Gewichts mit der Waage, die Messwerterfassung, die Berechnung des Massendurchflusses, die Ansteuerung der Schaltarmatur und die Schaltzeit der Schaltarmatur) deutlich kleiner als die Auslaufzeit. Dadurch wird erreicht, dass auch die zeitlichen Schwankungen dieser Reaktionszeiten sehr klein sind. Konstante Nachlaufzeiten und konstante Schaltzeiten werden durch die sich selbst kalibrierende Dosierung nach dem erfindungsgemäßen Verfahren automatisch mit erfasst und dadurch berücksichtigt.

25 [0025] Bei konstant eingestelltem Vordruck ist der Dosierfehler bei gleicher Höhe des Flüssigkeitsspiegels immer gleich groß und wird ebenfalls durch die sich selbst kalibrierende Dosierung nach dem erfindungsgemäßen Verfahren mit berücksichtigt. Auch die unterschiedlichen Dichten der verschiedenen zu dosierenden Komponenten werden auf diese Weise mit kompensiert.

[0026] Für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es wichtig, für mindestens eine Komponente den Dosiervorgang in wenigstens zwei, vorzugsweise drei Teilschritten durchzuführen.

30 [0027] Das Verfahren, bei dem der Dosiervorgang in drei Teilschritten durchgeführt wird, stellt sich wie folgt dar. Bei Durchführung des Dosiervorgangs in nur zwei Teilschritten wird auf die Durchführung des mittleren Teilschritts verzichtet.

[0028] Im ersten Teilschritt werden 5 bis 50%, vorzugsweise 15 bis 40%, besonders bevorzugt 25 bis 35% der insgesamt zu dosierenden Masse der Komponente in den Synthesebehälter dosiert.

40 [0029] Im Anschluss an die Dosierung dieser Komponente wird die tatsächlich dosierte Masse dieser Komponente durch Wägen bestimmt. Aus dem Messwert für die tatsächlich dosierte Masse wird der Massendurchfluss dieser Komponente für die eingestellten Bedingungen (Dosiervordruck, Temperatur etc.), also die pro Zeiteinheit dosierte Masse dieser Komponente, berechnet. Die Berechnung der Durchflussrate erfolgt dabei vorzugsweise durch die Steuerungssoftware.

45 [0030] In einem zweiten Teilschritt wird diese Komponente bis zum Erreichen von 60 bis 98%, vorzugsweise 80 bis 95%, besonders bevorzugt 85 bis 92% der insgesamt zu dosierenden Masse dieser Komponente auf Basis des im ersten Teilschritt für diese Komponente errechneten Massendurchflusses in den Synthesebehälter dosiert.

50 [0031] Dabei berechnet die Steuerungssoftware auf Basis des im ersten Teilschritt bestimmten Wertes des Massendurchflusses das bei den herrschenden Dosierbedingungen für diese Komponente benötigte Zeitintervall für die Dosierung der gewünschten Masse. Die Steuerung öffnet die entsprechende Schaltarmatur zur Einleitung des Dosiervorgangs und schließt sie dann wieder nach diesem berechneten Zeitintervall.

[0032] Nach der Dosierung dieser Komponente wird die tatsächlich dosierte Masse dieser Komponente mit der Waage bestimmt und der im ersten Teilschritt bestimmte Massendurchfluss überprüft und bei Vorliegen einer Abweichung korrigiert.

55 [0033] In einem dritten Teilschritt werden die noch fehlenden 2 bis 40%, vorzugsweise 5 bis 20%, besonders bevorzugt 8 bis 15% der insgesamt zu dosierenden Masse dieser Komponente auf Basis der im zweiten Teilschritt überprüften oder korrigierten Massendurchflüsse in den Synthesebehälter dosiert.

60 [0034] Dabei berechnet die Steuerungssoftware auf Basis des im zweiten Teilschritt bestimmten Wertes des Massendurchflusses das bei den herrschenden Dosierbedingungen für diese Komponente benötigte Zeitintervall für die Dosierung der gewünschten Masse. Die Steuerung öffnet die entsprechende Schaltarmatur zur Einleitung des Dosiervorgangs und schließt sie dann wieder nach diesem berechneten Zeitintervall.

[0035] Vorzugsweise werden alle zu dosierenden Komponenten in den drei Teilschritten dosiert. Es kann jedoch auch beispielsweise eine Komponente vorgelegt werden, ihre Masse bestimmt werden und weitere Komponenten dann in den drei Teilschritten zudosiert werden.

65 [0036] Die Dosierung der Komponenten erfolgt vorzugsweise so, dass für jede Komponente alle drei Teilschritte direkt hintereinander ausgeführt werden. Es ist jedoch auch möglich, jeden der drei Teilschritte für alle Komponenten nacheinander auszuführen und anschließend den nächsten Teilschritt für alle Komponenten durchzuführen. Wichtig ist jedoch, dass kein Teilschritt der Dosierung parallel zu einem anderen Teilschritt erfolgt, da dann die genau dosierte Menge jeder Komponente nicht exakt bekannt ist. Es ist ein wesentliches Merkmal der Erfindung, dass die in jedem Teilschritt do-

sierte Masse mindestens einer Komponente genau erfasst und vorzugsweise auch protokolliert wird.

[0037] Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren erlauben im Falle der zweistufigen Dosierung ein automatisiertes, serielles, gravimetrisches Dosieren von beispielsweise bis zu 50 Komponenten in weniger als 12 min. bevorzugt 20 Komponenten in weniger als 5 min. in einem Gewichtsbereich von 0,010 g bis 1000 g pro Komponente wobei die Substanzen eine Viskosität von 0,1 mPas bis 400 Pas (bei 25°C) haben können und der Einzel-Dosierfehler max. 5% beträgt. 5

[0038] Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren erlauben im Falle der dreistufigen Dosierung ein automatisiertes, serielles, gravimetrisches Dosieren von beispielsweise bis zu 50 Komponenten in weniger als 15 min. bevorzugt 20 Komponenten in weniger als 5 min. in einem Gewichtsbereich von 0,001 g bis 1000 g pro Komponente wobei die Substanzen eine Viskosität von 0,1 mPas bis 400 Pas (bei 25°C) haben können und der Einzel-Dosierfehler max. 2% beträgt. Die Vorrichtung ist so kompakt, dass die Gesamtanlage auf dem Labortisch mit einer üblichen Grundfläche von 1 bis 2 m² aufgebaut werden kann. Die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist mit hoher Betriebssicherheit möglich. 10

[0039] Ein Gesamtsynthese-Ansatz hat ein Volumen von vorzugsweise kleiner als 500 ml, besonders bevorzugt kleiner als 100 ml und ganz besonders bevorzugt 1 bis 20 ml. 15

[0040] Ein Syntheseansatz von 15 Komponenten kann nach dem erfindungsgemäßen Verfahren in einer Zeit von kleiner 3 bis 5 Minuten dosiert bzw. hergestellt werden, so dass eine große Anzahl von Syntheseansätzen pro Tag realisiert werden kann. Die Dosierfehler sind im gesamten Dosiermengenbereich und Viskositätsbereich der Komponenten kleiner 2%.

[0041] Eine Synthese im Sinne der Erfindung bedeutet eine chemische Reaktion zwischen den Komponenten oder aber die Herstellung einer Mischung aus den Komponenten. Eine gesamte Synthese kann auch in verschiedenen Schritten oder Stufen erfolgen, so dass evtl. Zwischenprodukte oder bereits hergestellte Mischungen gelagert oder homogenisiert werden können. 20

[0042] Unter einer Komponente im Sinne der Erfindung kann eine bereits vorgefertigte Mischung, eine Lösung, oder ein Reinstoff verstanden werden. 25

[0043] Um zu Homogenisieren oder Vermischen kann der gefüllte oder teilweise gefüllte Synthesebehälter gegebenenfalls nach Entfernung des Deckels manuell oder automatisch zu einem Rührorgan befördert werden oder das Rührorgan in den Synthesebehälter eingeführt werden. Anschließend werden die Komponenten im Synthesebehälter homogenisiert. Diese Vermischung kann auch auf der Waage vorgenommen werden.

[0044] In einer weiteren Ausführung kann in den Synthesebehälter ein Rührorgan, beispielsweise eine Homogenisierscheibe, eingelegt werden. Diese Ausführung wird vorteilhaft vor allem bei Gemischen mit einer Viskosität von kleiner 5000 mPas, vorzugsweise kleiner 1000 mPas, besonders bevorzugt kleiner 500 mPas angewendet. Bevorzugt wird das in den Synthesebehälter eingelegte Rührorgan durch ein von außen angelegtes, rotierendes Magnetfeld angetrieben und in Rotation versetzt. Diese Ausführungsform kann sowohl auf der Dosier-Waage als auch von der Dosier-Waage getrennt betrieben werden. 30 35

[0045] Ein entsprechendes Verfahren und die dazugehörige Vorrichtung kann zur Dosierung verschiedenster Flüssigkeiten des angegebenen Viskositätsbereichs verwendet werden. Dazu gehört die Herstellung von physikalischen Mischungen aus Riechstoffen, die Dosierung von flüssigen Lebensmitteln oder die Erzeugung von Farbmischungen, z. B. aus verschiedenen Tinten. Ebenso kann das Verfahren zur Herstellung von Polyolfomulierungen für Polyurethan-Reaktionsschaumstoffe verwandt werden, wobei eine Mischung verschiedener Hydroxylverbindungen mit Hilfsstoffen (Vernetzer, Aktivatoren, Stabilisatoren und Treibmittel) erstellt wird. 40

[0046] Eine weitere Anwendung, bei der die Komponenten anschließend zur chemischen Reaktion gebracht werden, besteht in der Dosierung von oben genannten Polyolfomulierungen und Diisocyanatverbindungen zur Herstellung von Polyurethan-Reaktionsschaumstoffen. Dabei werden mindestens zwei Komponenten in den Synthesebecher dosiert, vermischt und zur Reaktion gebracht. 45

[0047] Anhand nachstehender Figur wird die Erfindung beispielhaft näher erläutert.

[0048] Es zeigt Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Dosierung von Flüssigkeiten.

Beispiele

Beispiel 1

[0049] Dosierung von 5 flüssigen Komponenten zur Herstellung einer Polyolfomulierung.

[0050] Zur Herstellung einer Polyolfomulierung werden als Polyol ein Polypropoxyether mit einer Hydroxylzahl von 460 mgKOH/g, einer Funktionlität von 3 und einem mittleren Molgewicht von 370 g/mol, als Flammschutzmittel Tris(1-chlor-2-propyl)-phosphat, als Stabilisator Polyethersiloxan der Firma OSI Specialties Germany GmbH mit der Bezeichnung Niax® SR242, Wasser und als Katalysator Dimethylcyclohexylamin in einen Synthesebehälter mit einem Volumen von 500 ml dosiert. 55

[0051] Alle Komponenten sind in Tabelle 1 mit ihren physikalischen Daten (Viskosität und Dichte bei 25°C, Hydroxylzahl in mg KOH/g Substanz (OHZ)) aufgelistet. 60

[0052] Die Herstellung erfolgt in der in Fig. 1 schematisch dargestellten Apparatur. Tabelle 1 zeigt die Innendurchmesser der Dosierleitungen 3a-3e und 5a-5e.

[0053] Zur Herstellung der Polyolfomulierung werden die 5 Komponenten 10a-10e in den in Tabelle 1 angegebenen Vorratsbehältern 2a-2e über die verschließbaren Zuleitungen 21a-21e vorgelegt und durch Öffnen der Ventile 1a-1e mit Helium als Inertgas beaufschlagt. Dabei stellen sich die in Tabelle 1 angegebenen Drücke in den Vorratsbehältern 2a-2e ein. 65

[0054] Der Dosiervorgang wird stellvertretend für alle Komponenten für das Polyol beschrieben. Es sollen 5810,0 mg Polyol in drei Schritten zu 30%, 65% und 100% der Sollmenge dosiert werden.

[0055] Zum Start des Dosiervorgangs öffnet der Steuercomputer 9 im ersten Teilschritt den Hahn 4a. Durch den im Vorratsbehälter 2a herrschenden Vordruck von 7,0 bar fließt unter Druckabbau das Polyol durch Leitung 3a (Durchmesser 4 mm), Absperrhahn 4a und Leitung 5a in den Synthesebehälter 7. Der Strahl des Polyols vom Ende (Auslauföffnung) 6a der Dosierleitung 5a bis zum Boden des Synthesebehälters 7 ist in Fig. 1 durch die gestrichene Linie 71a angedeutet. Nach einem durch Vorkalibrierung bestimmten Zeitintervall von 1798 ms schließt Hahn 4a wieder. Dadurch wird der Fluß des Polyols in den Synthesebehälter 7 unterbrochen. Die Waage 8 bestimmt die Gewichtszunahme im Synthesebehälter 7 durch die Dosierung des Polyols zu 1720,8 g. Das entspricht 29,62% der insgesamt zu dosierenden Polyolmasse. Der Steuercomputer 9 errechnet aus der Dosierzeit und der dosierten Masse den Massendurchfluss für das Polyol zu $1720,8 \text{ mg}/1798 \text{ ms} = 0,9570634 \text{ g/s}$.

[0056] Zur Fortführung der Dosierung öffnet der Steuercomputer 9 im zweiten Teilschritt wieder den Hahn 4a, so dass wieder Polyol aus dem Vorratsbehälter 2a in den Synthesebehälter 7 fließt. Der Fluss des Polyols ist wieder durch die gestrichene Linie 71a in Fig. 1 angedeutet. Dabei trifft der Strahl 71a im Synthesebehälter 7 auf den Flüssigkeitsspiegel 72 der im ersten Teilschritt bereits dosierten Polyolmenge. (Die in Fig. 1 angedeuteten weiteren Strahlen 71n treten während der Polyoldosierung nicht auf, sondern deuten lediglich den Strahl dieser Komponenten während ihrer Dosierung an.) Nach 2136 ms schließt der Steuercomputer 9 den Hahn 4a wieder. Der Fluß des Polyols wird dadurch wieder unterbrochen. Die Waage 8 bestimmt das Gesamtgewicht der Polyoldosierung aus Teilschritt 1 und 2 zu 3768,1 g. Das entspricht 64,85% der insgesamt zu dosierenden Polyolmasse. Der Steuercomputer 9 errechnet aus der Dosierzeit und der dosierten Masse den Massendurchfluss für das Polyol zu $3768,1 \text{ mg}/(1720,8 + 2136) \text{ ms} = 0,9770016 \text{ g/s}$.

[0057] Im dritten Teilschritt öffnet der Steuercomputer 9 wieder den Hahn 4a, so dass wieder Polyol aus dem Vorratsbehälter 2a in den Synthesebehälter 7 fließt. Nach 2130 ms schließt der Steuercomputer 9 den Hahn 4a wieder. Der Fluß des Polyols wird dadurch wieder unterbrochen. Die Waage 8 bestimmt das Gesamtgewicht der Polyoldosierung aus Teilschritt 1, 2 und 3 zu 5805,1 g. Das entspricht 99,91% der insgesamt zu dosierenden Polyolmasse.

[0058] Im Anschluss an die Dosierung des Polyols werden die weiteren Komponenten in analoger Weise dosiert.

DE 101 59 272 A 1

<u>Datum</u>	<u>Uhrzeit</u>	<u>Handlung</u>	<u>% Gesamtmasse</u>	
18.09.2001	15:10:24	Dosierte: Polyol an Hahn 4a		5
		Soll: 5810,0 mg		
18.09.2001	15:10:27	Hahn 4a offen für 1798 ms	29,62%	
18.09.2001	15:10:31	Waage: 1720,8 mg		10
18.09.2001	15:10:33	Hahn 4a offen für 2136 ms		
18.09.2001	15:10:37	Waage: 3768,1 mg	64,85%	
18.09.2001	15:10:39	Hahn 4a offen für 2130 ms	99,91%	15
18.09.2001	15:10:43	Waage: 5805,1 mg		
18.09.2001	15:10:44	Dosierte: Flammschutz an Hahn 4b		20
		Soll: 440,0 mg		
18.09.2001	15:10:45	Hahn 4b offen für 237 ms	28,45%	
18.09.2001	15:10:49	Waage: 125,2 mg		25
18.09.2001	15:10:49	Hahn 4b offen für 298 ms		
18.09.2001	15:10:52	Waage: 292,3 mg	66,43%	30
18.09.2001	15:10:53	Hahn 4b offen für 263 ms		
18.09.2001	15:10:56	Waage: 439,7 mg	99,93%	
18.09.2001	15:10:57	Dosierte: Stabilisator an Hahn 4c		35
		Soll: 90,0 mg		
18.09.2001	15:10:58	Hahn 4c offen für 147 ms		40
18.09.2001	15:11:02	Waage: 28 mg	31,11%	
18.09.2001	15:11:02	Hahn 4c offen für 163 ms	67,33%	
18.09.2001	15:11:05	Waage: 60,6 mg		45
18.09.2001	15:11:05	Hahn 4c offen für 147 ms		
18.09.2001	15:11:09	Waage: 89,8 mg	99,78%	50
18.09.2001	15:11:10	Dosierte: Wasser an Hahn 4d		

55

60

65

<u>Datum</u>	<u>Uhrzeit</u>	<u>Handlung</u>	<u>% Gesamtmasse</u>
		Soll: 120,0 mg	
5 18.09.2001	15:11:11	Hahn 4d offen für 229 ms	
18.09.2001	15:11:14	Waage: 35,3 mg	29,42%
10 18.09.2001	15:11:15	Hahn 4d offen für 275 ms	
18.09.2001	15:11:18	Waage: 83,3 mg	
18.09.2001	15:11:18	Hahn 4d offen für 210 ms	
15 18.09.2001	15:11:21	Waage: 120,3 mg	100,25%
18.09.2001	15:11:23	Dosierte: Katalysator an Hahn 4e	
20		Soll: 60,0 mg	
18.09.2001	15:11:24	Hahn 4e offen für 246 ms	
18.09.2001	15:11:27	Waage: 18,1 mg	30,17%
25 18.09.2001	15:11:28	Hahn 4e offen für 285 ms	65,50%
18.09.2001	15:11:31	Waage: 39,3 mg	
30 18.09.2001	15:11:31	Hahn 4e offen für 278 ms	
18.09.2001	15:11:35	Waage: 59,9 mg	99,83%

[0059] Der Dosierfehler für die einzelnen Komponenten beträgt maximal 0,25% relativ zum gewünschten Wert.

A) Beispiel 2

Dosierung reaktiver Komponenten

- 40 [0060] Zur Herstellung eines Polyurethanschaums werden die in Beispiel 1 hergestellte Polyolformulierung, Cyclopentan als Treibmittel und ein Isocyanat in den Synthesebehälter 7 dosiert, in dem dann die Umsetzung zum Polyurethanschaum stattfindet.
- [0061] Alle Komponenten sind in Tabelle 2 mit ihren physikalischen Daten (Viskosität und Dichte bei 25°C, Hydroxylzahl in mg KOH/g Substanz (OHZ) bzw. Gew.-% Isocyanatgruppen (NCO)) aufgelistet.
- 45 [0062] Die Herstellung erfolgt in der in Fig. 1 schematisch dargestellten Apparatur. Tabelle 2 zeigt die Innendurchmesser der Dosierleitungen 3f, 3g sowie 5f und 5g.
- [0063] Als Isocyanat wird Diphenylmethyldiisocyanat (MDI) mit einem Anteil von 31 Gew.-% NCO-Gruppen, 38 Gew.-% 4,4'-, 2,4'- und 2,2'-Isomeren und einem Anteil von 62 Gew.-% mehrkerniger MDI-Oligomere eingesetzt.
- 50 [0064] Die beiden Komponenten Polyolformulierung (10f) und Isocyanat (10g) werden in die in Tabelle 2 angegebenen Vorratsbehältern 2f bzw. 2g über die verschließbaren Zuleitungen 21f bzw. 21g vorgelegt und durch Öffnen der Ventile 1f bzw. 1g mit Helium als Inertgas beaufschlagt. Dabei stellen sich die in Tabelle 2 angegebenen Drücke in den Vorratsbehältern 2f und 2g ein.
- [0065] Zunächst wird die Dosierung der Polyolformulierung analog zur Dosierung des Polyols in Beispiel 1 in den Synthesebehälter durchgeführt.

DE 101 59 272 A 1

<u>Datum</u>	<u>Uhrzeit</u>	<u>Handlung</u>	<u>% Gesamtmasse</u>	
18.09.2001	15:15:14	Dosiere: Polyolfomulierung an Hahn 4f		5
		Soll: 6520,0 mg		
18.09.2001	15:15:17	Hahn: 4f offen für 1972 ms		
18.09.2001	15:15:21	Waage: 1985,3 mg	30,45%	10
18.09.2001	15:15:23	Hahn: 4f offen für 2674 ms		
18.09.2001	15:15:27	Waage: 4688,5 mg	71,91%	
18.09.2001	15:15:29	Hahn: 4f offen für 2477 ms		15
18.09.2001	15:15:34	Waage: 6514,1 mg	99,91%	

[0066] Anschließend wird zu der in den Synthesebehälter dosierten Polyolfomulierung manuell 0,61 g Cyclopentan zugegeben. 20

[0067] Im nächsten Schritt wird die Dosierung des Isocyanats analog zur Dosierung des Polyols in Beispiel 1 in den Synthesebehälter durchgeführt.

<u>Datum</u>	<u>Uhrzeit</u>	<u>Handlung</u>	<u>% Gesamtmasse</u>	
18.09.2001	15:25:55	Dosiere: Isocyanat an Hahn 4g		25
		Soll: 8870,0 mg		
18.09.2001	15:25:56	Hahn: 4g offen für 213 ms		30
18.09.2001	15:25:58	Waage: 3628,6 mg	40,91%	
18.09.2001	15:25:58	Hahn: 4g offen für 154 ms		35
18.09.2001	15:26:01	Waage: 6315 mg	71,20%	
18.09.2001	15:26:01	Hahn: 4g offen für 146 ms		40
18.09.2001	15:26:03	Waage: 8872,5 mg	100,03%	

[0068] Nach dieser Dosierung wird die Mischung manuell mit einem Holzstäbchen verrührt, wobei die Schäumreaktion zur einem Polyurethan-Hartschaum sichtbar einsetzt.

[0069] Der Dosierfehler beträgt für die beiden Substanzen 0,09% bzw. 0,03% relativ zum Sollwert. 45

50

55

60

65

Tabelle 1: Physikalische Mischung

Vorrats- behälter	Substanz	Viskosität [mPas]	Dichte [g/ml]	OHZ	Druck [bar]	Durchmesser Leitung 3 und 5 [mm]	Dosierablauf [Datum, Uhrzeit]	Dauer [s]	Sollmenge [g]	Istmenge [g]
2a	Polyol	7600	1,050	460	7,0	4	18.09.2001 15:10:24	0:00:20	5,81	5,8051
2b	Flammschutz	60	1,050	0	1,8	2	18.09.2001 15:10:44	0:00:13	0,44	0,4397
2c	Stabilisator	100	1,050	104	4,0	2	18.09.2001 15:10:57	0:00:13	0,09	0,0898
2d	Wasser	1	1,000	6228	3,0	0,25	18.09.2001 15:11:10	0:00:13	0,12	0,1203
2e	Katalysator	1,16	1,050	0	1,8	0,25	18.09.2001 15:11:23	0:00:12	0,06	0,0599
							18.09.2001 15:11:35			
Summe								0:01:11	6,52	6,5148

Tabelle 2: Dosierung von Reaktivkomponenten

Vorrats- behälter	Substanz	Viskosität [mPas]	Dichte [g/ml]	OHZ oder NCO	Druck [bar]	Durchmesser Leitung 3 und 5 [mm]	Dosierablauf [Datum, Uhrzeit]	Dauer [s]	Sollmenge [g]	Istmenge [g]
2f	Polyol- formulierung	4100	1,050	490	6,0	4	18.09.2001 15:15:14	0:00:20	6,52	6,5171
							18.09.2001 15:15:34			
	Treibmittel		0,630	72					0,61	0,61
2g	Isocyanat	400	1,230	31	7,0	2	18.09.2001 15:25:55	0:00:08	8,87	8,8725
							18.09.2001 15:26:03			
Summe								0:00:28	16,00	15,9996

1. Vorrichtung zur Dosierung von mindestens zwei Flüssigkeiten, umfassend mindestens zwei Vorratsbehälter (2a, . . . , 2n) für Flüssigkeiten (10a, . . . , 10n), die mit einem individuellen konstanten Inertgasdruck bis 30 bar beaufschlagbar sind, mindestens 2 Schaltarmaturen (4a, . . . , 4n), die Schaltzeiten im Bereich von kleiner 100 ms aufweisen, wobei der Eingang jeder Schaltarmatur (4a, . . . , 4n) mit dem Auslass jeweils eines Vorratsbehälters (2a, . . . , 2n) über eine Dosierleitung (3a, . . . , 3n) verbunden ist, je eine Dosierleitung (5a, . . . , 5n) zwischen dem Auslass aus der Schaltarmatur (4a, . . . , 4n) und einem Synthesebehälter (7), in den die Flüssigkeiten (10a, . . . , 10n) dosiert werden, wobei die Enden (6a, . . . , 6n) der jeweiligen Dosierleitungen (5a, . . . , 5n) in Richtung des Bodens des Synthesebehälters (7) hin ausgerichtet sind, eine Waage (8) zur Messung des Gewichts des Inhalts des Synthesebehälters (7) sowie eine Messwerterfassungs- und Steuereinrichtung (9) zur Erfassung der Messwerte der Waage (8) und zur Steuerung der Schaltarmaturen (4a, . . . , 4n).

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der mindestens zwei Dosierleitungen (5a, . . . , 5n) hinter den Auslass aus der Schaltarmatur (4a, . . . , 4n) zu einer gemeinsamen Dosierleitung zum Synthesebehälter (7) vereinigt sind.

3. Verfahren zur Dosierung von mindestens zwei Flüssigkeiten unter Verwendung einer Vorrichtung zur Dosierung von mindestens zwei Flüssigkeiten, umfassend mindestens einen Vorratsbehälter (2a) für eine Flüssigkeit (10a), der mit einem individuellen konstanten Inertgasdruck bis 30 bar beaufschlagbar ist, mindestens eine Schaltarmaturen (4a), die Schaltzeiten im Bereich von kleiner 100 ms aufweist, wobei der Eingang der Schaltarmatur (4a) mit dem Auslass des Vorratsbehälters (2a) über eine Dosierleitung (3a) verbunden ist, eine Dosierleitung (5a) zwischen dem Auslass aus der Schaltarmatur (4a) und einem Synthesebehälter (7), in den die Flüssigkeit (10a) dosiert wird, eine Waage (8) zur Messung des Gewichts der Flüssigkeit (10a) im Synthesebehälter sowie eine Messwerterfassungs- und Steuereinrichtung (9) zur Erfassung der Messwerte der Waage (8) und zur Steuerung der Schaltarmaturen (4a), wobei

man mindestens eine Flüssigkeit (10a) durch ein Druckgefälle zwischen dem Vorratsbehälter (2a) und dem Synthesebehälter (7) in den Synthesebehälter (7) fördert und man die Flüssigkeit (10a) durch das Öffnen und Schließen der Schaltarmatur (4a) dosiert, wobei

a) man die Flüssigkeit (10a) in einem ersten Teilschritt bis zum Erreichen von ungefähr 5 bis 50 Gew.-% der insgesamt zu dosierenden Masse der Flüssigkeit (10a) dosiert, die dosierte Masse der Flüssigkeit (10a) mit der Waage (8) bestimmt und aus dem Messwert für die dosierte Masse den tatsächlichen Massendurchfluss der Flüssigkeit (10a) in Bezug auf die Öffnungsdauer der Schaltarmatur (4a) berechnet, und

b) im zweiten Teilschritt die Steuereinrichtung (9) unter Verwendung des in a) berechneten Massendurchflusses die Öffnungsdauer der Schaltarmatur (4a) für die weitere Dosierung der Flüssigkeit (10a) bis zum Erreichen der insgesamt zu dosierenden Masse der Flüssigkeit (10a) berechnet und man die Schaltarmatur (4a) über die berechnete Öffnungsdauer öffnet.

4. Verfahren zur Dosierung von mindestens zwei Flüssigkeiten unter Verwendung einer Vorrichtung zur Dosierung von mindestens zwei Flüssigkeiten, umfassend mindestens einen Vorratsbehälter (2a) für eine Flüssigkeit (10a), der mit einem individuellen konstanten Inertgasdruck bis 30 bar beaufschlagbar ist, mindestens eine Schaltarmaturen (4a), die Schaltzeiten im Bereich von kleiner 100 ms aufweist, wobei der Eingang der Schaltarmatur (4a) mit dem Auslass des Vorratsbehälters (2a) über eine Dosierleitung (3a) verbunden ist, eine Dosierleitung (5a) zwischen dem Auslass aus der Schaltarmatur (4a) und einem Synthesebehälter (7), in den die Flüssigkeit (10a) dosiert wird, eine Waage (8) zur Messung des Gewichts der Flüssigkeit (10a) im Synthesebehälter sowie eine Messwerterfassungs- und Steuereinrichtung (9) zur Erfassung der Messwerte der Waage (8) und zur Steuerung der Schaltarmaturen (4a), wobei

man mindestens eine Flüssigkeit (10a) durch ein Druckgefälle zwischen dem Vorratsbehälter (2a) und dem Synthesebehälter (7) in den Synthesebehälter (7) fördert und man die Flüssigkeit (10a) durch das Öffnen und Schließen der Schaltarmatur (4a) dosiert, wobei

a) man die Flüssigkeit (10a) in einem ersten Teilschritt bis zum Erreichen von ungefähr 5 bis 50 Gew.-% der insgesamt zu dosierenden Masse der Flüssigkeit (10a) dosiert, die dosierte Masse der Flüssigkeit (10a) mit der Waage (8) bestimmt und aus dem Messwert für die dosierte Masse den tatsächlichen Massendurchfluss der Flüssigkeit (10a) in Bezug auf die Öffnungsdauer der Schaltarmatur (4a) berechnet, und

b) im zweiten Teilschritt die Steuereinrichtung (9) unter Verwendung des in a) berechneten Massendurchflusses die Öffnungsdauer der Schaltarmatur (4a) für die weitere Dosierung der Flüssigkeit (10a) bis zum Erreichen von 60 bis 98 Gew.-% der insgesamt zu dosierenden Masse der Flüssigkeit (10a) berechnet und man die Schaltarmatur (4a) über die berechnete Öffnungsdauer öffnet, und man anschließend die dosierte Masse der Flüssigkeit (10a) mit der Waage (8) bestimmt und aus dem Messwert für die dosierte Masse den tatsächlichen Massendurchfluss der Flüssigkeit (10a) in Bezug auf die Öffnungsdauer der Schaltarmatur (4a) berechnet, und

c) im dritten Teilschritt die Steuereinrichtung (9) unter Verwendung des in b) berechneten Massendurchflusses die Öffnungsdauer der Schaltarmatur (4a) für die weitere Dosierung der Flüssigkeit (10a) bis zum Erreichen der insgesamt zu dosierenden Masse der Flüssigkeit (10a) berechnet und man die Schaltarmatur (4a) über die berechnete Öffnungsdauer öffnet.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

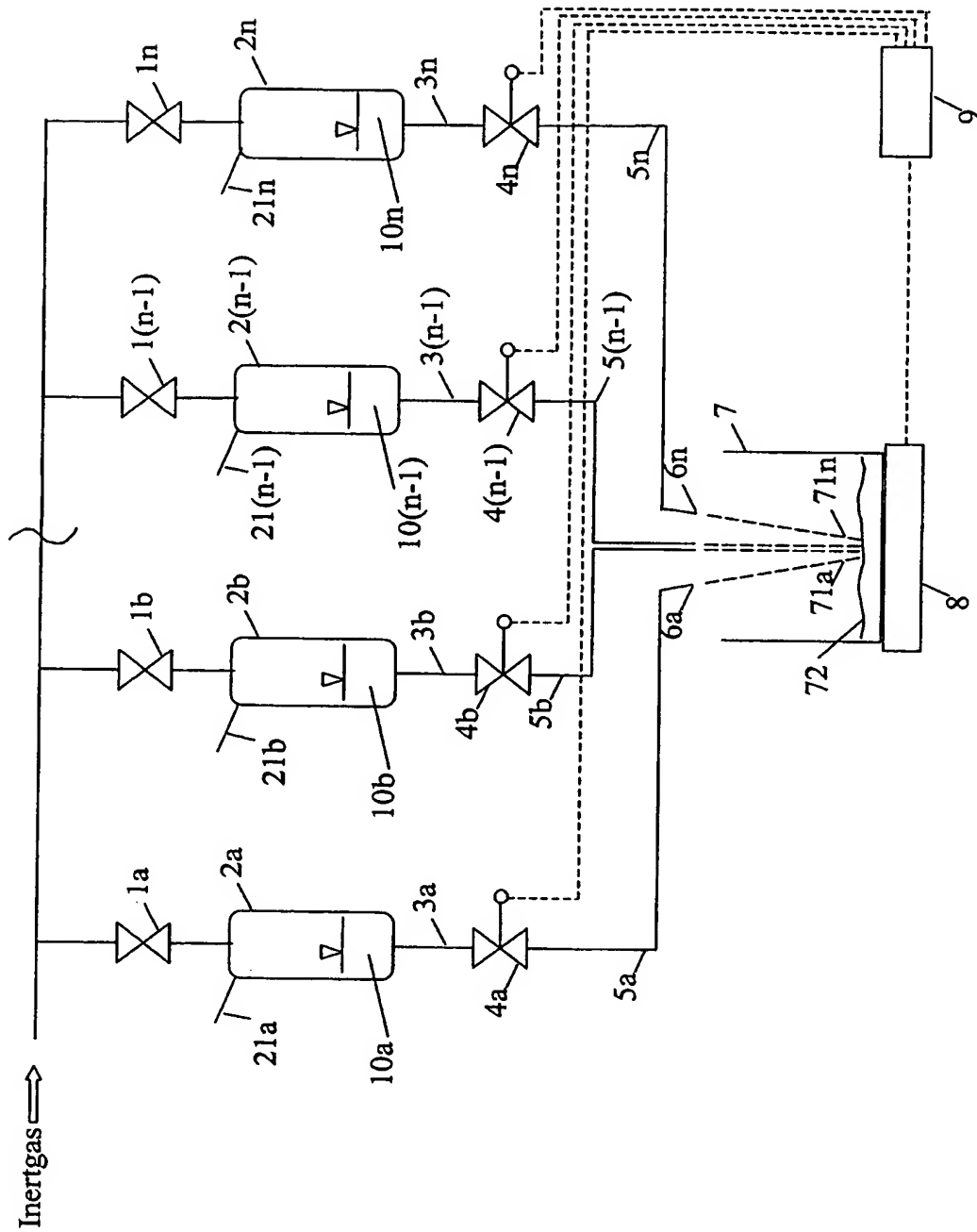


Fig. 1